

基于虚拟仪器研制的油泵支架成品性能综合检测系统 Integrate Function Testing System for TEE Basing on Virtual Instrument

作者：陈文峰
职务：设备工程师
公司：联合汽车电子有限公司·西安厂·设备工程科

应用领域：汽车工业

使用的产品：

软件：LabVIEW 7 PDS;
硬件：PXI-1042; MXI-3 KIT; PXI-4070; CSM-10A; PXI-2503; PXI-6527; SCB-100 I/O Connector; SH100-100-FLEX; TB-2605; 等等。

挑战：

在不熟悉NI公司产品的前提下，采用虚拟仪器技术，应用LabVIEW，配合各种现场信号，通过自学，在不到两个月的时间内，独立完成项目设计、采购、制造、调试和验收，达到对六种不同车型产品自动完成综合性性能测试和数据储存的功能。

应用方案：

采用NI公司Multimeter卡、Switch卡及DI/DO采集卡，配以各种接近开关、磁性传感器、电磁阀、测漏仪、温控仪、按钮、开关、指示灯及可控稳压源等开发的一个性能可靠，性价比高、柔性灵活的基于虚拟仪器技术的油泵支架综合性性能测试系统。

介绍

本文着重介绍了哈飞百利/哈飞路宝/昌河微面/奇瑞A11/奇瑞B11/奇瑞QQ等车型的油泵支架自动化生产线成品综合性性能检测工位的基本结构，详细叙述了基于NI公司的硬件框架和在LabVIEW软件平台上开发的虚拟仪器控制和测试系统的功能和实现。

测试项目包括启动电流测试、插头接线极性测试、液位传感器极限位置阻值测试、液位传感器阻值断点测试、插针导通性能测试、液位传感器高度阻值测试、低油位报警测试和泄露性能测试，同时对合格产品进行标签打印。

一、集成系统的确定

由于汽车行业新车型开发的周期越来越短，根据我公司设备的实际使用情况，对PLC加仪表控制系统、组态软件系统和虚拟仪器系统这三种方

案经过充分的论证，进行集成系统的选择。

首先，由于柔性化的原因，排除PLC加仪表控制系统；接着，在对国内外组态软件系统和虚拟仪器系统进行了详细的调查和了解，从控制、测量、应用、柔性性和可靠性等多方面进行了分析对比后，认为NI公司在软件和硬件领域完美的结合将有利于系统的开发、集成与维护，NI公司兼备软件和硬件两方面的优势是其它公司无法比拟的。在与NI公司的技术市场人员接触后，发现他们对客户很负责也很热情，在进行方案探讨过程中给出很多有益的建议，并且最主要的是LabVIEW软件编程简单易学，界面友好，功能强大，性能稳定，开发周期短，符合自制设备的要求。

最终决定选择NI公司的虚拟仪器产品作为设备研制核心进行综合性性能测试项目的设计。

二、测控硬件的选择

本项目采用PXI构架结构，系统共需要生产现场数字输入信号39路，数字输出信号37路和进行直流电压、直流电流和各种阻值的测量。

选择NI公司的PXI 1042八槽机箱；选择MXI3 kits实现与计算机连接；选择万用表卡PXI 4070进行产品电性能的测试，该卡最大的优点是显示为6位半，采样率高达1.8MS/s，对测试快速动态电阻的变化将带来极大的可靠性和方便性；选择多用复用器PXI 2503，进行电性能测试信号的自动切换；考虑冗余性，选择两块静态数字采集卡PXI 6527，该卡为24VDC的24路输入、24路输出，实现现场数据的采集与传递。

三、测控系统的功能

1. 工艺过程

由于产品综合性性能检测的项目较多，在设计时将本项目（综合性性能测试）分为两部分：工位一和工位二。工位一包括产品的启动电流测试、油泵插头接线极性测试、液位传感器两端极限位置阻值测试、液位传感器连续滑动阻值断点测试、插头接线间导

通性能测试、液位传感器高度阻值测试和低油位报警测试等项测试；工位二包括产品的泄露性能测试和实现对合格产品进行标签打印的功能。

油泵综合性性能检测工位的工艺流程为启动电流测试→极性测试→两端极限阻值测试→阻值断点测试→导通性能测试→高度电阻测试→低液位报警测试→泄露测试→打印标签。

2. 系统功能

测控系统除将实现六种油泵支架综合性性能测试的基本功能外，还要求具有自动测试功能、手动测试功能、设备校验功能、工件识别功能、产品选择功能、系统报警功能、设备安全功能和数据存储功能等多项功能。自动测试功能用于实际生产动作过程；手动测试功能用于人工操作设备；设备校验功能用于设备的日常校验；工件识别功能用于防止误操作；产品选择功能用于实现产品的选择；系统报警功能用于设备异常提示和维护提示；设备安全功能用于防止生产安全事故的发生，保护人身安全。

3. 系统设计

本次设计的虚拟仪器系统需要测试的物理量最终归结为直流电压(4.9~5.1V)，直流电流(0~3.0A)和各种电阻阻值(0~310Ω)。由于所测的产品多，各产品间的测试点多且各不相同，按照通常的工业控制设计，需要的仪表较多，柔性化程度不高。特别是对于液位传感器阻值断点性能测试，由于要求的测试速度高，数据采集率最少要达到12Hz，而且此时测试的速度要很低。普通电阻表的输入采样率通常为2.5Hz，虽然在以前其它生产线的设计制造中通过定制，使电阻表的输入采样率达到12Hz，但由于测试点多，需要的电阻表多达十块，在进行品种切换时柔性很差。经过仔细的考虑，最终选择NI公司高性能的PXI 4070、PXI 2503与PXI 6527组成测试系统进行电性能测试。

综合性性能检测工位控制系统由虚拟仪器系统、泄露测试系统、温控系统、传感器系统、气动系统、工控机柜系统、各种信号状态灯和按钮开关等外围系统构成。选用日本福田株式

会社 (Fukudu) 的 MI-170 型多功能集成数字压力表和压差传感器 VR-55PT-CD 组成泄露测试系统; 选用日本欧姆龙株式会社 (Omron) 的温控仪 E5CN-R2MTC-500 组成温控系统; 选用德国倍加福公司 (P+f)、日本欧姆龙株式会社 (Omron)、德国巴鲁夫 (Balluff) 公司的传感器构成传感器系统; 选用德国费斯托公司 (Festo) 的气动元器件构成气动系统, 其余元器件市场订购。整个测控系统以 NI 虚拟仪器为中心, 在各个系统的密切配合下, 通过系统集成, 在实现生产自动控制和产品综合性能自动测试的同时, 完成设备的其它功能。系统原理图见插图一。

4. 工位一设计

对于极性测试, 在不增加投资的基础上, 经过大量的试验, 设计了一个新的方法: 利用油泵在加入 $5 \pm 0.1\text{VDC}$ 电压时会在瞬间产生反电势, 该反电势使油泵支架在悬浮状态下产生一定角度的旋转, 这样就利用油泵支架旋转方向不同来判别插头接线极性的原理完成极性测试。最终, 在工位一, 测试的物理量归结为直流电压、直流电流和各种电阻的阻值。由于电压、电流和电阻这三种物理量不能同时测试, 通过 LabVIEW 编程控制 NI PXI 2503 进行测量物理量的切换, 由 NI 4070 完成测试; 通过编程 NI PXI 6527 实现顺序控制功能。

5. 工位二设计

对于泄漏测试, 使用测泄漏仪测试泄漏; 对于标签打印, 使用温控仪控制温度; 通过 LabVIEW 编程 NI PXI 6527 实现仪器、气缸、测漏仪、测漏回路和温控仪的控制。这样, 系统在实现系统顺序控制功能的同时, 实现产品泄漏性能的测试。各测试原理框图见插图八

四、LabVIEW 程序的设计

1. 控制界面的设计

考虑公司产品的绿色环保功能, 主控制界面设计以绿色为基调, 设计了控制流程画面, 配以启动电流的测

试曲线、各项测试项目测试数据和判断结果的显示, 结合公司的 VMV (价值、使命、远景) 活动, 将公司的发展理念完整地融入到主控制界面, 见插图二。

2. 操作菜单的设计

对于虚拟仪器在工控领域的应用, 设计了四项菜单 File, Setting, Calibration 和 Exit。File 下拉菜单中有 Production Select、Page Setup、Print、Print Windows 和 About Program 等五项菜单; Setting 下拉菜单中分别有 Hafei Bali / Hafei Lobo / Changhe Minibus / Chery A11 / Chery B11 / Chery QQ 等六个产品的参数设置; Calibration 下拉菜单中有 Voltage、Current、Resistance 和 Leakage 等四项校验项目; Exit 将退出运行程序。

3. 操作方式的切换

针对工控实际要求, 在主界面上设计有自动模式按钮、手动模式按钮、其它信息按钮、帮助按钮和退出按钮, 见插图二。选择自动模式按钮将进行设备的自动运行; 选择手动模式按钮将进行设备的手动运行; 选择其它信息按钮将显示项目完成过程中一些信息和设备的操作说明书; 选择帮助按钮将显示各个按钮的功能和快捷键; 选择退出按钮将退出程序的运行。

4. 产品选择的实现

由于测试的产品多达六种, 通过选择菜单 File $\rightarrow$ Production Select, 将弹出产品选择界面, 在该界面上将出现六种产品选择的对话框, 见插图三。选择相应的产品并确认退出该界面后, 产品选择结果用指示灯显示在主控制界面上方, 见插图二。

5. 控制参数的传递

产品选择完成后, 通过分别选择菜单 Setting 下的产品名称, 将弹出该产品的参数设置界面, 见插图四。对于设置好的参数, 如需要进行更改, 选择更改设置按钮后, 可以进行参数设置, 完成选择退出, 设置好的参数将通过编程在程序中传递。见插图五

6. 系统校验的实现

通过选择菜单 Calibration 下的校验项目, 将弹出该校验项目的界面, 如电流校验, 见插图六。选择校验按钮后进行电流测试校验, 校验数值将显示在该界面上, 校验完毕选择退出按钮退出该界面。

7. 测试数据的存储

通过 LabVIEW 编程, 在自动测试过程中的启动电流、极性、电阻最小值、电阻最大值、高度电阻一、高度电阻二、高度电阻三等数值将记录在固定目录下的一个以年月日为文件名的 Excel 文件中, 形成完整的生产数据记录, 方便数据的统计与分析。见插图七

8. 测试功能的实现

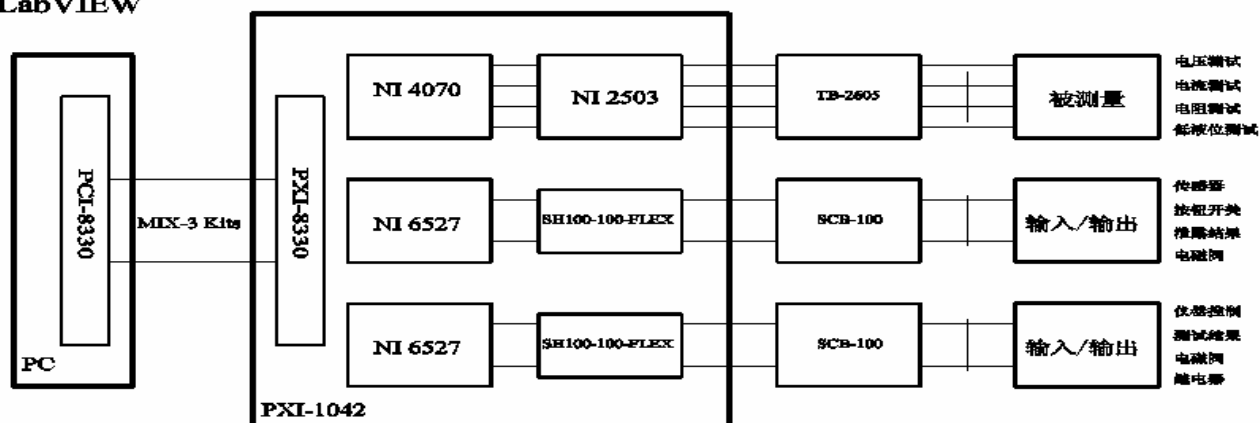
整个测控系统以电脑和 PXI 机箱为核心, 通过两块 PXI 6527 对外围信号进行采集和对控制对象进行操控, 实现自动化测量与控制; 通过 PXI 4070 和 PXI 2503 对测量项目进行切换和测量, 完成测量功能。操作工的控制按钮通过工位一和工位二的启动按钮进行自动操作, 启动电流测试曲线、中间各项测量数据和判断结果在显示器上显示, 最终结果除了在显示器上显示外, 还将通过工位一的合格指示灯与不合格指示灯和工位二的合格指示灯与不合格指示灯进行显示, 方便结果的显示。

五、结束语

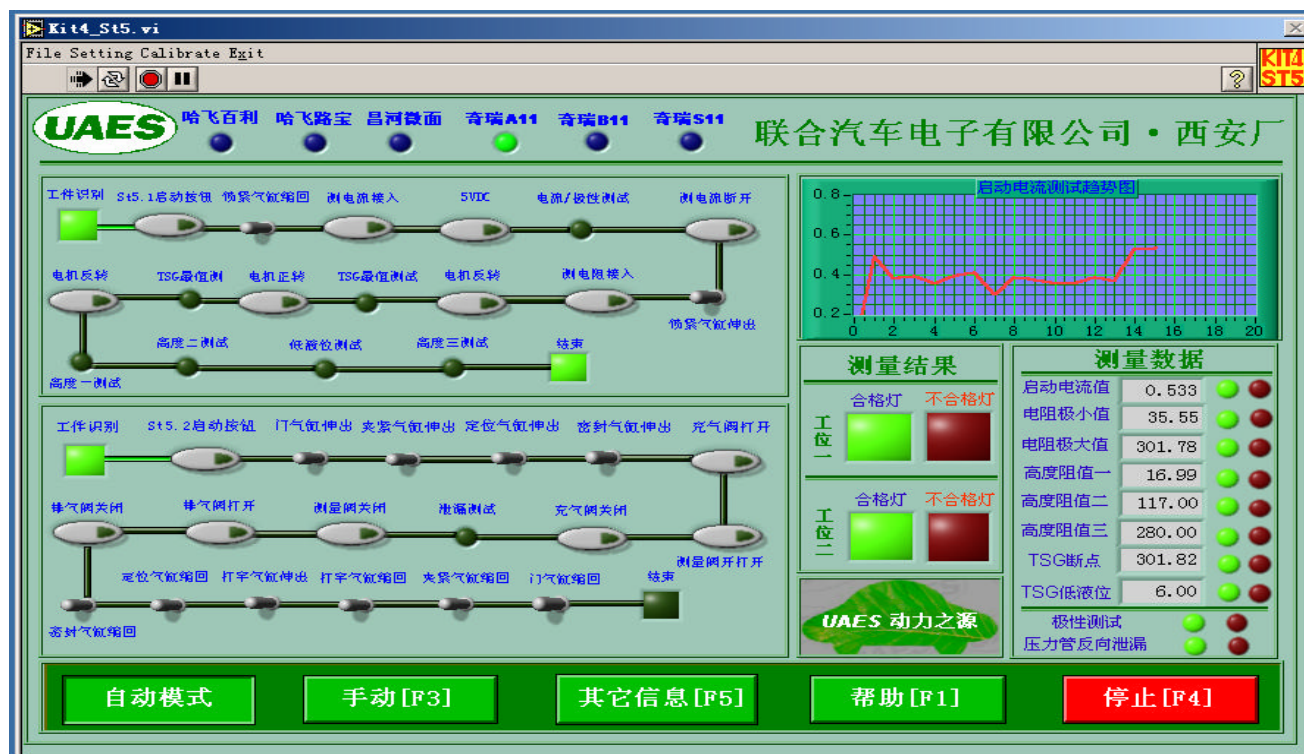
经过一个多月的开发、设计、制造、安装和调试, 顺利完成了该项目, 经过六种产品验收后完全达到了设计要求, 设备通过 MSA 测量系统分析, 正式投入正常生产运行。设备投入运行后, 性能稳定, 产品换型与设置、校验和测量的易操作性、可靠性赢得好评。

通过此次对 NI 公司的虚拟仪器产品成功的应用, 提高了对虚拟仪器使用的信心和兴趣, 我将在今后用虚拟仪器系统开发研制出更多的专用测试及生产设备, 服务于公司, 服务于客户。

LabVIEW



图一



图二

UAES 产品选择

☐ 哈飞百利 (0 580 CN1 014)	☐	确认 清除
☐ 哈飞路宝 (0 580 CN1 019)	☐	
☐ 昌河微面 (0 580 CN1 015)	☐	
☒ 奇瑞A11 (0 580 CN1 035)	☐	
☐ 奇瑞B11 (0 580 CN1 036)	☐	
☐ 奇瑞S11 (0 580 CN1 038)	☐	

图三

UAES 测试参数控制限设置 (哈飞路宝)

上限设置	测试参数	下限设置
5.10	测试电压	4.90
3.00	启动电流	0.10
5.00	电阻极小	1.00
113.00	电阻极大	107.00
93.00	高度阻值一	87.00
35.50	高度阻值二	39.50
8.40	高度阻值三	4.40
7.00	压力管反向泄漏	0.00

图四



